

УДК 669.184:001.891.573

КЕРУЮЧИЙ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС В АСКТП МАШИНИ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

д.т.н., проф. В.С. Богушевський

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського»,

Інженерно-фізичний факультет, кафедра ФХОТМ

E-mail: bogysh@gmail.com

Анотація. Розглянуті питання побудови обчислювального комплексу в АСКТП машини лиття під тиском (ЛПТ). Комплекс представлено у вигляді три контурної ієрархічної структури, що виконана у мультипроцесорному варіанті. Передбачено резервування засобів керування в разі відмови окремих мікроконтролерів.

ВСТУП

Процес ЛПТ – найбільш перспективний спосіб виробництва виливків, що піддається автоматизації, так як все технологічне устаткування повністю механізоване і підготовлене для функціонування у складі автоматичної системи керування технологічним процесом (АСКТП). Головні його переваги – можливість отримання заготовок з мінімальними припусками на механічну обробку і мінімальною шорсткістю поверхонь, що не оброблюються, забезпечення високої продуктивності й низької трудомісткості виготовлення деталей [1].

Виробництво ЛПТ характеризується використанням засобів автоматизації й обчислювальної техніки для керування процесом. АСКТП забезпечує нормальну роботу комплексів ЛПТ при мінімальній собівартості продукції, підвищує якість і розширює асортимент відливок, що виплавляються [2].

Зміна якості виливків пов'язана з коливанням параметрів технологічного процесу. Нестабільність параметрів призводить до браку. Аналіз процесу ЛПТ показує, що брак виливків з'являється, в основному, по двох причинах: не оптимізовані режими лиття, або вони порушуються в процесі виробництва [3].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ З РОЗГЛЯНУТОЮ ПРОБЛЕМОЮ

Технологічний процес ЛПТ характеризується швидкодією, циклічністю операцій, підвищеними вимогами по точності й своєчасності видання регламентованих керуючих дій при виробництві відливок, різноманітністю устаткування, що використовується. Передання керуючому обчислювальному комплексу (КОК) функцій автоматизації технологічного процесу значно підвищує функціональні можливості устаткування, якість відливок і ефективність процесу в цілому [4].

Питання автоматизації процесу ЛПТ викладені в [5 – 7]. Як правило, розглядається автоматизація окремих функцій машини ЛПТ (регулювання швидкості прес-поршня, тиску пресування, підпресовки та інш.). Незважаючи на високу інформативність цих робіт такі питання, як аналіз якості відливок у темпі з процесом, критерій оптимального керування якістю не розглянуті. Відсутність цих складових в системах автоматизації значно знижує ефективність їх роботи.

Для скорочення числа перевірок, спрямованих на підтримання заданої якості відливки, необхідні контроль і регулювання тих параметрів процесу, які безпосередньо визначають властивості відливки і піддаються вимірюванню в ході процесу.

Підтримання заданої якості відливки базується на принципі компенсації збурень, технологічних параметрів, що виникають на фіксованому такті роботи машини ЛПТ [8].

Реалізація наведених функцій висуває визначені вимоги для побудови обчислювального комплексу.

Наведені у статті дослідження проводилися в Національному технічному університеті

України «КПІ ім. І. Сікорського» по темі “Система керування машини лиття під тиском на основі нечіткої логіки”, Державний реєстраційний номер 0114U002566.

ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ СТАТТІ

Метою досліджень є підвищення точності контролю і керування процесу ЛПТ шляхом раціональної побудови обчислювального комплексу.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили методом математичного моделювання. Обробка результатів здійснювалась на ПЕОМ.

ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження, проведені в останні роки, показали, що безпосередній вплив на якість виливка надають: температура розплаву, температура стінки прес-форми, швидкість пресування, тиск в прес-формі, деформація (знос) і герметичність прес-форми. Ці параметри легко піддаються вимірюванню [9]. Стабілізувати їх можна двома способами: підтриманням сталості вторинних параметрів, що впливають на них, і безпосереднім регулюванням. При цьому параметри по ступеням їх впливу на якість виливки можна умовно розділити на 2 категорії:

- категорія А: якість погіршується повільно, але незмінно протягом тривалого періоду часу. Основні причини – поступовий знос прес-форми, камери пресування, зміна температури стінки прес-форми, розплаву, в'язкості мастила в результаті старіння і забруднення, умов охолодження прес-форми, тиску мультиплікації;

- категорія Б: якість змінюється від циклу до циклу. Основні причини – коливання характеристик металу, що заливається, швидкості спрацьовування зворотного клапана, тривалості кожної з фаз пресування, швидкості запресовування металу, тиску мультиплікації.

Температура розплаву в роздавальній печі визначає коливання температури розплаву в прес-формі, відповідно, швидкості охолодження, а також динамічних і статичних втрат тиску. Причому саме зміна втрат тиску особливо сильно впливає на відтворюваність якості відливки. Основними умовами підтримки постійного рівня температури розплаву в печі є: точна настройка регулятора температури нагрівачів.

Температура стінки прес-форми. Коливання цього параметра обумовлюють неоднорідність структури виробів, а також зміни їх маси і розмірів. Вони викликані значною тепловіддачею через кріпильні плити машини (в період пуску); зміною температури навколишнього середовища і пов'язаним з нею витратою охолоджувальної рідини (внаслідок зміни частоти обертання відцентрового насоса термостата при коливанні напруги в мережі або в результаті зменшення діаметра каналів при забрудненні системи охолодження) і т.д.

Реєстрація температури стінки дозволяє також виявити вплив переривання циклу на цей параметр і якість відливки. Причини відхилення температури стінки форми від заданого значення можна встановити шляхом безперервного її контролю. Наприклад, циклічні коливання середнього рівня температури так само, як і великі коливання температури розплаву, вказують на нестійкість режиму регулювання в системі охолодження. Нерегулярні або тривалі зміни свідчать про коливання витрати охолоджувальної рідини, її температури, температури навколишнього середовища або тривалості циклу.

Оскільки багато параметрів впливають на температурне поле форми протягом тривалого періоду часу, відтворюваність температури її стінки при відсутності постійного контролю практично недосяжна. Це відноситься, зокрема до форм з декількома контурами охолодження, а також до великих форм.

Тиск у формі надає найбільший вплив на якість відливки. До контрольованих параметрів в даному випадку відносяться тиск розплаву в самій формі, в камері пресування і тиск робочої рідини в гідросистемі. Відхилення тиску у формі від заданого значення на різних стадіях процесу формування відливки може бути викликано зміною швидкості пресування, температури розплаву і форми, моментів перемикавання тиску, оскільки ці

фактори визначають умови заповнення форми, підживлення та охолодження розплаву. Коливання температури розплаву, швидкості пресування і маси металу можуть бути виявлені по зміні тиску в гідросистемі.

Всі вище викладені параметри можна контролювати за допомогою автоматизованої системи контролю і реєстрації параметрів процесу пресування.

АСКТП виконує інформаційні й керуючі функції.

Інформаційні функції:

- автоматичний збір і первинна обробка інформації, зокрема вимірювання параметрів, фільтрація вимірів, перевірка інформації на достовірність, масштабування;
- оперативне відображення технологічних параметрів, сигналізація про вихід параметрів за критичні межі, видача значень параметрів у АСК верхнього рівня й оператору-ливарнику.

Керуючі функції:

- замкнуте управління процесом, зокрема порівняння поточних значень параметрів зі заданими, визначення керуючих діянь, видача їх на виконавчі механізми, а також повне керування циклом машини по заданій циклограмі;
- замкнуте управління процесом у напівавтоматичному режимі.

Для управління окремими каналами комплексу ЛПТ замість локальних регуляторів використовують мультимікропроцесорну систему, в якій окремими субблоками апаратури керують відповідні мікроконтролери. Мультимікропроцесорна система дає можливість вирішувати задачі управління блоками складного технологічного об'єкта одночасно у відповідності з програмами виділених контурів. Продуктивність обчислювальної системи управління і об'єм інформації, що перероблюється, збільшується.

Архітектура таких керуючих систем заснована на використанні внутрішньосистемної магістралі. Обчислювальні модулі в них мають свій процесор (комп'ютер нижнього рівня) або пасивно виконують відповідні мікрокоманди.

Система формує керуючі програми в пам'яті в режимі навчання, видає сигнали управління машиною ЛПТ в режимі обробки програми на аналогові й дискретні виходи, здійснює обмін інформацією із системою верхнього рівня, що дозволяє проводити тестовий контроль і діагностику ЕОМ.

Розвинене програмне забезпечення системи створює сприятливі умови для програмування функцій і задач управління, логічної організації програм з використанням стандартних циклів і т.д.

Як базовий засіб автоматизації машини ЛПТ обрано обчислювальний комплекс (рис. 1), що складається із чотирьох контролерів. Перший (5) реалізує задачі керування процесами запресовки і підпресовки (6), регулювання натягу колон (7), температури і дози розплаву (8).

Другий (9) – задачі регулювання процесів кристалізації відливки і прес-залишку (10), тиску (13) і температури робочої рідини (14), термостатування прес-форми (15). Третій (11) здійснює керування технологічними операціями машини ЛПТ (12) і маніпулятором знімання відливки і змащування (16) у визначеній послідовності. Четвертий (3) – зв'язок КОК із пультом оператора-ливарника (4) й системою верхнього рівня (1) через інтерфейс (2).

Зв'язок кожного контролера з джерелом інформації, видача керуючих діянь на виконавчі механізми проводиться через пристрій зв'язку з об'єктом, що дозволяє безпосередньо виходити на виконавчі механізми (слідкуючі золотники, тиристори, електромагніти, тиристорні ключі). Уставки в системі задаються вручну з пульта

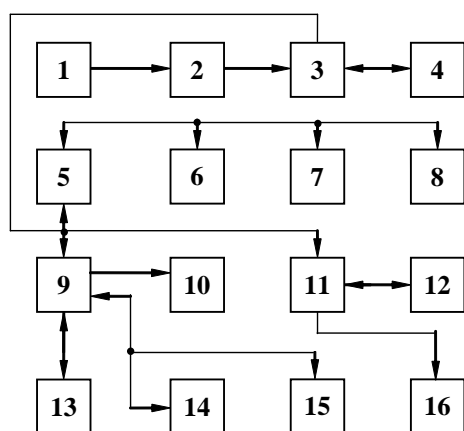


Рис. 1. Структурна схема мультимікропроцесорної системи управління ЛПТ

оператора-ливарника і від системи верхнього рівня. Видача уставок в контролери 5, 9, 11 відбувається через контролер зв'язку 3. Крім того, через нього передаються значення регульованих технологічних параметрів від контролерів на індикаторне табло пульта оператора-ливарника. З метою підвищення надійності системи кожний контролер має контур діагностики, забезпечуючи резервування модуля. Стійка КОК виконана у пилозахищеному конструктиві, тому її можна розміщувати безпосередньо біля технологічного агрегату.

Для передачі інформації у КОК використовується чотири типи вхідних сигналів: аналогові від датчиків тиску, зусиль і температури, число-імпульсні від датчиків швидкості прес-поршня і кута повороту реверсивного двигуна, позиційні від контактного рівнеміра і кінцевих вимикачів і дискретні від пульта оператора-ливарника. Вихідні сигнали поділяються на аналогові для управління слідкуючими золотниками і дискретні для управління електромагнітами і тиристорами.

Зв'язок між оператором-ливарником комплексу ЛПТ і АСКТП відбувається через пульт, з якого задається рівень управління (верхній або місцевий) і режим роботи (ручний, напівавтоматичний, автоматичний), управління окремими механізмами і вузлами, введення параметрів технологічного процесу, відображення інформації про його хід, функціонування системи. Окрім координації роботи мікропроцесорних блоків управління керуючий контролер 3 здійснює функції загального управління, зв'язок з центральною ЕОМ і клавіатурою пульта оператора-технолога 4.

При відмові контролерів другого і третього рівня передбачено перерозподіл їх функцій і виконання програми безаварійного виходу із режиму виготовлення відливки. При автономній роботі (без участі центральної ЕОМ) і виконанні нескладних програм управління машиною ЛПТ здійснюється від пульта оператора-технолога 4.

ВИСНОВКИ

Для управління окремими каналами комплексу ЛПТ замість локальних регуляторів доцільно використовувати мультимікропроцесорну систему, в якій окремими субблоками апаратури керують відповідні мікроконтролери.

Використання КОК у складі АСКТП дозволяє підвищити якість відливок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.А. Технология литейного производства. Специальные виды литья, Под. ред. В.А.Рыбкина. – М.: Академия, 2005. – 352 с.
2. Andersen B. Die-casting engineering. A hydraulic, thermal and mechanical process // Marcel Dekker, CRC Press, New York, 2004. – 400 с.
3. Моисеев Ю.В., Личак А.И. Автоматизация специальных способов литья // Процессы литья, №1, 2008. – С. 31 – 37.
4. Антонец Я.К. Сучасний стан та перспективи розвитку процесу лиття під тиском // Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра. Збірник матеріалів конференції, Київ, 2012. – С. 48 – 54.
5. Голод В.М., Савельев К.Д. Теория, компьютерный анализ и моделирование литейных процессов // Литейщик России. – 2011. – № 2. – С. 13 – 16.
6. Повышение эффективности литья под давлением (ЛПД) / А.А.Жуков, А.Д.Постнова, В.А.Борисов и др. // Литейщик России. – 2008. – № 1. – С. 25 – 30.
7. Богушевский В.С., Антонец Я.К. Автоматизация технологического процесса литья под давлением // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2012. – № 4. – С. 29 – 33.
8. ЗАО «НПО МКМ» (г. Ижевск), ООО «ПроМодель» (г. Воронеж) Моделирование литейных процессов: что и как выбрать? // Литейщик России. – 2010. – № 5. – С. 11 – 14.
9. Богушевський В.С., Антонец Я.К. Система управління машиною литья под давлением // Вестник ГГТУ им. Сухого, Гомель, Республика Беларусь. – 2014. – № 2 (57). – С. 3 – 7.